



УДК 537.87

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ (ЭМП) И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ (ЭМИ) НА БИООБЪЕКТЫ

Шпак Анна Анатольевна¹, Новиков Всеволод Александрович¹

¹ Херсонский национальный технический университет

Адрес для переписки: Шпак Анна Анатольевна - студентка

Місце роботи: Херсонський національний технічний університет г.Херсон, Україна

Email: annya02102000@gmail.com

Аннотация. Исследования были проведены для того, чтобы определить, как электромагнитные поля и электромагнитные излучения влияют на биообъекты. В данной работе определены воздействия геомагнитного, низкочастотного, высокочастотного полей и радиочастотного излучения на биообъекты. Определены эти воздействия с помощью различных методов: описательно-гистологический, гистоморфо-метрический, электронно-микроскопический (эти методы позволили выявить как изменяются клетки паренхимы почки у крысы при действии гипергравитации), метод компьютерного анализа (помог выделить критерий оценки изменений у здоровых людей и у больных энцефалопатией), метод рационального размещения источников ЭМИ. В результате проведенных исследований отмечены: высокая чувствительность и поражаемость нервной системы, риск развития артериальной гипертонии и ишемической болезни сердца, негативное влияние на венозную систему, влияние магнитных полей мобильного телефона на процессы старения человека. Также Воздействие электромагнитных полей в миллиметровом диапазоне может быть, как лечебным, так и патогенным – все зависит от частоты и амплитуды внешнего сигнала.

Ключевые слова: электромагнитные поля, биообъекты, радиочастотные излучения

Введение. Долговременная дробная экспозиция в преформированной геомагнитной среде приводит к изменениям связей электрических параметров организма с космофизическими факторами, выраженности индивидуальной реактивности на предъявляемые воздействия; модифицирует поведенческие характеристики животных и активность гормональных систем.

Цель и задачи исследования: Целью работы было выяснение принципиальной возможности модификации эффектов непрерывного ЭМИ КВЧ на клетки иммунной системы при различных величинах магнитной индукции постоянного магнитного поля (ПМП)

Материалы и методы исследования. В эксперименте исследованы структурные изменения клеток паренхимы почки крыс при воздействии гипергравитации на протяжении 10 и 30 дней.

Поперечно-направленные перегрузки модулировались с помощью экспериментальной центрифуги ЦЭ-2/500. Приводятся данные анализа выявленных изменений с выделением основных возможных патогенетических механизмов негативного воздействия перегрузок. По результатам проведенных описательного-гистологического, гистоморфо-метрического и электронно-микроскопического методов исследования выявлено, что клетки паренхимы почки претерпевают значительные изменения при действии фактора гипергравитации. Также исследования проводили над крысами самцами популяции Вистар, которые находились в гипогеомагнитной обстановке экранирующего типа из многослойного пермаллоя (ослабление геомагнитного поля в 600 раз) и в установку с трансформацией геомагнитного наклона ежедневно по 18 часов в течении 21 суток.

Исследовано влияние длительного ослабления ГМП на агрессивное поведение лабораторных крыс, а также общую нейрональную активацию различных структур мозга. Снижение ГМП в течении 21 дней до нулевой отметки достигалось с помощью компенсации магнитного поля Земли системой колец Гельмгольца. Обнаружено значимое повышение агрессивности опытных животных по сравнению с контролем. Анализ срезов мозга показали снижение числа опиоидергических клеток под влияние гипомангнитной среды, это может вызывать снижение болевого порога у крыс и являться причиной увеличения актов агрессивного поведения животных. Обнаружено значимое влияние исследуемого фактора на спектр ЭЭГ - снижение мощности в тета-, альфа-, бета-, и гамма-диапазонах по сравнению с контрольной группой.

Изучены суточные изменения геомагнитного поля в разные сезоны годов с высокой и низкой солнечной активностью. Показано, что пик максимальных значений ГМП в зимний период приходился на 20-21 ч, в летнее время период сдвигался на 14-15 ч. Вывод: ГМП участвует в регуляции функций организма, которые зависят от содержания мелатонина в крови. ГМП наряду с освещенностью представляют собой внешний синхронизатор циркадианной и сезонной активности организма [1]. В организме присутствует система электромагнитного гомеостаза, которая порождает и одновременно регулирует биохимические и физиологические процессы, за счет синхронизации как частотных, так и временных характеристик ЭМП клеток, органов и систем. Внешние ЭМП с одной стороны настраивают систему электромагнитного гомеостаза организма, а с другой стороны являются факторами риска многих заболеваний при сниженных адаптационных резервах.

Гелиомагнитные флуктуации могут привести к развитию в организме изменений, которые несмотря на защитно-приспособительный характер, в случае продолжающегося гелиофизического воздействия в малых дозах могут стать базой для формирования широкого спектра патологических процессов. Наибольшему воздействию подвержены сердечно-сосудистая и нервная системы.

Флуктуация магнитного поля Земли нарушает нормальное функционирование иммунной системы микроорганизмов и одновременно усиливает вирулентные свойства микробной флоры, что играет значительную роль в патогенезе различных болезненных процессов.

Изучены изменения реологических свойств крови у здоровых добровольцев на протяжении 23 геомагнитных бурь. Анализ полученных данных показал, что изменения реологических свойств крови наблюдается перед началом бури или в первый ее день. Выявленные изменения могут быть обусловлены прямым и косвенным воздействием электромагнитного поля Земли на состояние клеток крови. Влияние геомагнитных бурь на кровь также может быть опосредовано через изменения электромагнитных характеристик клеток центральной нервной системы. Показано, что гелиогеофизические факторы внешней среды, экранируемые ферромагнитным экраном, снижающим уровень гамма-фона, обладают способностью к изменению устойчивости эритроцитов человека в гипоосмолярных условиях. Гипомагнитное воздействие достоверно увеличивает устойчивость эритроцитов в гипоосмолярных условиях, в то время как гипермагнитные воздействия ускоряют гемолиз эритроцитов человека.

Также проводились исследования влияния изменений геомагнитной активности на показатель пространственной синхронизации электроэнцефалограммы 11 здоровых добровольцев. Результаты исследования показали, что изменения ГМП достоверно положительно коррелируют со значениями показателей пространственной синхронизации электроэнцефалограммы височных отведений правого полушария. Предполагается, что они отражают реакцию адаптации в ответ на стрессорное воздействие, вызванное изменением геомагнитной активности. Высказывается предположение о роли височных отделов в реакции мозга на изменения ГМП.

Статическое обследование и данные холтеровского мониторинга состояния сердечнососудистой системы человека в норме и патологии, поведенного синхронного с измеряемыми вариациями компонент вектора магнитного поля. Показано, что существует статическая связь между числом экстренных вызовов скорой помощи и динамикой комплекса исследуемых физических факторов как глобального, так и локального происхождения. Найдено влияние вариаций компонент вектора магнитного поля на характер системных реакций организма и его состояние в целом носит нелинейный характер. Синхронизирующее влияние локальных магнитных полей на синусовый узел в большей степени проявляется в ночное время. В другой работе по эмпирическим данным не удалось обнаружить корреляционной связи количества вызовов «скорой помощи» со значениями индексов геомагнитного поля. Исследовалась зависимость сердечного ритма у студентов Якутского государственного университета в зависимости от

геомагнитных и метеофакторов. Длительность RR-интервалов у обследованных студентов оказалась чувствительной к повышению напряжения магнитного поля, чем к перепаду температуры.

В статье проводится оценка реакции психоэмоциональной сферы у студентов до и во время магнитных бурь. Исследования проводились со студентами, которые можно рассматривать как организованная группа лиц практически одного возраста. Проводилась сравнительная оценка реакции сердечно-сосудистой системы с учетом половых принадлежностей. Показано что ЧСС у женщин увеличивалась во время первой и второй магнитных бурь, у мужчин не изменялась в первом случае и возрастала во втором. Выявлено, что геомагнитные бури оказывают влияние на вегетативную регуляцию сердечного ритма и сосудистого тонуса. Наиболее серьезные представления подобного влияния наблюдается у лиц, страдающих заболеваниями сердечно-сосудистой системы, а также у людей, находящихся в состоянии стресса в виде вегетососудистых гипертонических кризов, нарушения ритма сердца и обострение заболеваний нервной системы. По характеру реакции организма на изменения геомагнитной активности выделены три типа заболеваний; с положительной реакцией, отсутствием реакции и отрицательной реакцией. Выявлено, что в период магнитных бурь возникают явления десинхронизации сердечно-сосудистой системы, одним из первых признаков которого является изменение амплитуды и периода биологических ритмов сократительной силы сердца. Имеет место феномен угасания амплитуды ритма при воздействии информационного стресса фактора, каким и является сверхнизко частотное магнитное излучение.

Предлагается исследование влияния ГМП и солнечного излучения, основанное на магнитных и оптических свойствах жидких кристаллов, выступающих в качестве модели энергообменных процессов в живой клетке, может позволить подойти к решению вопроса непосредственного управления этими процессами применительно к проблеме повышения адаптационных возможностей организма.

Метод компьютерного анализа биоэлектрической активности мозга для выявления изменений межполушарных взаимоотношений применялся у здоровых людей и у больных энцефалопатией. Выделен критерий оценки этих изменений - коэффициент симметрии. Представлены результаты анализа изменений коэффициента симметрии у здоровой и больной энцефалопатии при разной степени возмущенности ГМП.

Представлены методика и результаты исследований индукции ГМП в 195 различных помещениях учебных заведениях, жилых домах, метрополитена. Показано, что во всех помещениях

наблюдается явление ослабления естественного ГМП, однако в большинстве зданий оно не значительно и не представляет опасности для здоровья населения. Исключение составляют помещения высоких каркасно-монолитных жилых домов, помещения офисов со стальными каркасами, а также платформы подземных станций метрополитена, где ГМП может быть ослаблено до опасного уровня (менее 25 мкТл), что требует мер по его нормализации.

Предложен метод выделения возмущений ГМП, которые оказывают негативное влияние на организм человека. Для применения этого метода необходимо разработать математическую модель переменного ГМП, описывающего регулярные вариации магнитного поля Земли. Спектральный анализ показал, что наибольший вклад вносят солнечно-суточные вариации. Разработана математическая модель солнечно-суточных вариаций на основе быстрого преобразования Фурье. Получены уравнения регрессии. Рассчитаны коэффициенты уравнения модели, проведена оценка их значимости. Проведена проверка адекватности модели экспериментальными данными с применением критерия Фишера.

Изучались возможности метода компьютерной электропунктурной диагностики по Накатани в регистрации факта и оценке реакции функциональных систем организма человека на возмущения магнитного поля Земли. В работе использованы результаты обследования школьников Дзержинского района. Возмущения магнитного поля Земли вызывают выраженные изменения в состоянии физиологических систем организма человека, которые возникают во время магнитной бури, достигает максимума в 1 или 2 день после окончания бури и медленно спадают в течении 3-5 дней. Наибольше подвержены влиянию лимфатическая система, поджелудочная железа.

Низкочастотные поля

Влияние ЭМП на организм зависит от многих факторов: типа ЭМП и его характеристик, от свойств среды, на которую оно воздействует.

Проведено сравнительное исследование влияния низкоинтенсивных электромагнитных излучений различных диапазонов на микроорганизмы. Наблюдалось отсутствие влияния характера модуляции ЭМП на выживаемость бактерий. Воздействие широкополосным красным светом и HeNe лазер (длина волны 625 нм) при 10-минутной экспозиции оказали стимулирующее воздействие на рост бактерий, при более длительном воздействии (более 40 минут) выявлены разные эффекты. Для широкополосного красного света - стимулирующий эффект, для лазера - бактериостатический. Зеленый свет не оказал воздействия на рост бактерий [3].

Изучено действие ЭМП на семена ячменя в период замачивания их в растворах солей. Частотная зависимость влияния ЭМП на ростовые показатели ячменя, проросшего из семян, имеет сложную, не монотонную зависимость. При частоте 24 и 50 Гц всхожесть увеличивается, но не превышает достоверно уровень, получаемый в случае набухания семян в чистой воде. Частоты 8 и 32, в данном эксперименте, нейтральны. Продольный рост угнетается при частотах 16 и 24 Гц, а при 40 и 50 Гц - стимулируется. Направленность биологического действия ЭМП зависит от частоты поля: накопление химических веществ может возрастать, снижаться или оставаться неизменным.

Воздействие низкочастотного ЭМП частотой 5 Гц на 4 поколения дрозофилы. Результаты показали, что минимальная смертность наблюдалась во втором поколении. Выявлена закономерность, связанная с увеличением числа морфозов в каждом последующем поколении, что обусловлено снижением резистентности насекомых в ряду поколений, полученных от облученных мух.

Изучено воздействие низкочастотного и высокочастотного ЭМП на водные организмы различного уровня. Облучение организмов проводили ЭМП с частотой 5 Гц, $E=90$ В/м, $H=1,9$ А/м, и 27 ГГц, $E=20$ В/м, $H=6,5$ А/м. При воздействии посредственно через воду, энергия ЭМП сильно падает, но воздействие на водные организмы сильно выражено. Предполагают, что угнетение роста креветок связано с очень малым размером тела. Можно говорить об увеличении резистентности организма к воздействию ЭМП при увеличении размера организма. Прослеживается зависимость восприимчивости к ЭМП от уровня организации организма от низкого (креветки) к более высокому (земноводные) однако чем сложнее организм, тем труднее делать предположения о механизмах воздействия ЭМП. Определение количества лейкоцитов показало их высокое содержание в облученных рыбах, что говорит об активно идущем лейкопоэзе, который необходим для успешной адаптации организма к неблагоприятным условиям среды. Основным механизмом воздействия ЭМП на живой объект является изменение свойств водных растворов организма. Основные мишени воздействия в организме: плазматические мембраны клеток, внутри- и межклеточная жидкость. Использование объектов различного уровня организации позволяет наиболее полно рассмотреть особенности влияния ЭМП на живые организмы.

Рассмотрены особенности воздействия слабых низкочастотных магнитных полей на биологические объекты. Показано, что высокая проникающая способность в биологические среды и неинвазивный характер воздействия вызывают магнитобиологические эффекты, которые могут быть использованы в практической медицине.

Обсуждаются проблемы медико-экологических последствий научно-технического прогресса в области использования ЭМИ по трем направлениям: техногенный пресс ЭМИ, электромагнитный фактор в этиологии болезней, обеспечение электромагнитной безопасности человека.

Исследовано влияние на здоровье человека низкочастотных магнитных полей малой интенсивности. В исследовании рассматриваются иррегулярные магнитные поля УНЧ (0-10 Гц) диапазона со сложным спектральным составом. Такие черты характерны для естественных геомагнитных возмущений и для магнитных полей от электротранспорта. Последние результаты свидетельствуют о том, что эти поля могут влиять на нервную систему и, возможно, вызывать инфаркты миокарда. Геомагнитные флуктуации рассматриваются как отрицательный психогенный фактор, нарушающий нормальные условия для психической деятельности: при этом наблюдается явная тенденция к росту транспортного травматизма, суицидов и преступности. Исследуются области влияния флуктуаций естественных магнитных полей на поведение людей с целью разработки специальных методов профилактики негативных социальных явлений.

Под воздействием импульсного низкочастотного ЭМП происходит активизация тормозных систем ЦНС, снижение ее возбудимости и нормализации баланса основных нервных процессов «возбуждение-торможение» в ЦНС. Все это, в свою очередь, приводит к нормализации процесса произвольного расслабления скелетных мышц, повышению его скорости и к увеличению мощности тормозно-релаксационной функциональной системы срочной адаптации и защиты организма от экстремальных воздействий.

Работа с промышленным оборудованием, являющимся источником ЭМП сверхнизкой частоты, выступает фактором риска развития артериальной гипертонии и ишемической болезни сердца. Также возможно негативное влияние ЭМП на состояние венозной системы работающих. Предполагается, что в основе патогенетических воздействий ЭМП на сердечно-сосудистую систему лежит влияние на сосудистое русло.

Изучено влияние ЭМП промышленной частоты на работников гидроэлектростанции. Результаты исследования показали, что несмотря на отсутствие профессиональных заболеваний у работающих в контакте с ЭМП промышленной частоты, у них установлена высокая степень производственной обусловленности нарушений здоровья по отдельным классам болезней, в частности, болезням системы кровообращения, костно-мышечной системы, психическим расстройствам и расстройствам поведения.

Исследование неблагоприятного влияния производственных воздействий электромагнитных полей промышленной частоты на персонал, обслуживающий 6 энергообъектов напряжением 500 кВ в отдаленном периоде с учетом уровней воздействия электрических и магнитных полей на рабочих местах. Выявлено статически не достоверное повышение относительного риска смерти работающих от лейкемии, что свидетельствует о возможном, лейкогенном эффекте производственных воздействий ЭМП промышленной частоты.

Рассмотрены вопросы распределения и воздействия ЭМП в городской среде. Из полученных результатов следует, что население крупных городов и их окрестностей постоянно находятся под воздействием сильно возмущенного ЭМП низких и особо низких частот, которое аналогично естественной магнитной буре интенсивностью 4-6 баллов. Техногенный низкочастотный магнитный шум в крупных городах и промышленных центрах может быть одним из скрытых факторов риска, негативно влияющих на жизнь и здоровье человека.

Радиочастотное излучение

Изучено ЭМП частотой 1000 МГц, который используется цифровыми сотовыми системами подвижной радиосвязи, а также источник излучения ПЭВМ. Моделировалась реальная ситуация воздействия ЭМП на организм человека. В качестве источника ЭМП используется газоразрядный генератор

специальной конструкции, у которого не было фиксированной частоты. Эксперименты проводились по схеме «плазменный генератор - животное», на мышах линии C57/B16. Выявленные в ходе эксперимента эффекты свидетельствуют о патогенном воздействии на организм ЭМП с вовлечением в процесс повреждения как центральных, так и периферических механизмов регуляции гомеостаза [7].

Другие исследования отражают особенности развития биологических эффектов и комплексно-приспособительных реакций в организме животных на воздействие ЭМП радиочастотного диапазона низкого уровня (несущая частота 925 МГц, 1,2 мВт/см², длительность экспозиции 10 мин. ежедневно в течении 5 дней) в период беременности самок мышей СВА.

Влияние магнитных полей мобильного телефона на человеческий организм и его функции, а именно исследование влияния мобильной связи на процессы старения. Оценка функционирования вегетативной нервной системы производилась кардиоритмометрией. Установлено, что при длительном многолетнем контакте на частотах 450-1800 МГц биовозраст отличался от календарного

возраста, наблюдается зависимость физиологического старения лиц от продолжительности пользования мобильными телефонами [9]. Изучено влияние ЭМП сотового телефона на физиологические и биохимические показатели в ротовой жидкости человека в зависимости от возраста. Выявление в условиях однократного 5-минутного воздействия ЭМИ сотового телефона изменением содержания гистамина в ротовой жидкости и частоты пульса, а также понижением показателя внимания.

В работе выявлены показатели звонков студентов в течении дня, а именно частоту и продолжительность разговоров. Также установлено частоту переписки студентов смс сообщениями. Также исследовалось влияние активации мобильного телефона системы GSM на функциональную активность мозга человека. Установлено, что после активации мобильного телефона наблюдается значимое повышение уровня спектральной мощности в параметрах ЭЭГ в диапазоне частот 2-4 Гц и 6-8 Гц в срединных отведениях на стороне расположения телефона. Выявлено, что минутное воздействие мобильного телефона оказывает угнетающее влияние на степень сопряженности вариации параметров фоновых ЭМП КНЧ диапазона и ЭЭГ человека.

Учеными было оценено показатели здоровья лиц, работающих с ЭМИ - излучателями промышленного и радиочастотного диапазона по степени вредности и опасности в условиях жаркого и горно-континентального климатов. Негативное действие проявлялось в превышении уровня заболеваемости болезнями, связанных с повышением кровяного давления, снижения естественной резистентности организма [5,6]. Представлен анализ возможного неблагоприятного влияния на человека ЭМП РЧ излучения. Проведено сравнение действующих в России и за рубежом нормативов ЭМП РЧ. Сделана попытка разработки оптимальной классификации источников ЭМП информационных технологий для решения задач обеспечения производственной и экологической безопасности человека.

Рассмотрен метод рационального размещения источников ЭМИ, учитывающий взаимокompенсацию напряженности внешних ЭМП в заданных зонах. Предложенный метод оценки среды функционирования позволил графически оценить зоны комфорта и дискомфорта при различном размещении рабочих мест, оснащенных персональным компьютером. Разработана модель размещения офисного оборудования с учетом радиочастотного диапазона, которая создает математическую основу для численного обоснования повышения эргономичности и комфортности офиса.

Высокочастотное излучение.

Рассматривается анализ влияния ЭМП высоковольтных линий электропередач мощностью 110 кВ на развитие подсолнечника. Исследуемая площадь располагалась перпендикулярно ЛЭП и направлялась вглубь поля. Наблюдалось снижение активности антиоксидантной системы растения. Степень снижения активности ферментов была не выше, чем ближе к ЛЭП располагались растения, то есть обратно пропорционально расстоянию до источника ЭМП. Исследовалось влияние ЛЭП на концентрацию пигментов в листьях подсолнечника. Также исследовались почвенные образцы по структуре, механическому составу и щелочность среды. Отмечено повышение концентрации фотосинтетических пигментов в листьях подсолнечника в зоне действия ЛЭП.

Были проведены наблюдения над посевами озимой пшеницы в зоне влияния ЛЭП мощностью 110 кВ. Установлено, что в зоне действия ЛЭП имели место существенные изменения роста, величина и направленность этого эффекта зависела от расстояния до источника ЭМП и стадии вегетации культуры. Значения общей высоты и сухой биомассы озимой пшеницы свидетельствуют об угнетающем действии ЭМП линий электропередач на ростовые показатели культуры. На отрезке до 15 м от ЛЭП наблюдалось достоверное угнетение роста озимой пшеницы, поэтому не рекомендуется делать посевы ближе чем 15 метров от них.

Даны результаты исследований по воздействию мощных УВЧ-импульсов микросекундной длительности на семена. Установлено электродинамическое воздействие УВЧ поля на посевные и урожайные свойства семян, которое характеризуется биотропной значимостью факторов: частотой следования импульсов и их количеством. Рассмотрены прикладные аспекты угнетающего воздействия УВЧ-импульсов на возбудителей болезней растений. Низко интенсивное (УВЧ) излучение от технического источника на частотах 1665 МГц и 1667 МГц оказывает стимулирующее воздействие на рост и развитие рассады томата. Оно способствует раннему цветению, плодоношению и повышению урожайности.

Описана установка для воздействия СВЧ излучения частотой 1 ГГц на подопытных мышей с целью исследования биологических эффектов влияния СВЧ излучения на живые организмы. Основой установки является генератор гармонических СВЧ сигналов мощностью до 100 мВт. Полученные данные свидетельствуют, что у мышей под действием СВЧ излучения происходит переключение метаболических потоков, в результате чего наблюдается преимущественное использование белков в энергетическом обмене животного на фоне сниженного содержания глюкозы и лактата в крови. Полученные данные свидетельствуют о запуске процессов адаптации в

организме белых лабораторных мышей, подвергающихся воздействию ЭМП СВЧ диапазона. Установлено негативное воздействие на организм крысы ЭМИ миллиметрового диапазона с частотой 37 ГГц и мощностью менее 0,1 мВт/см² при разовой экспозиции 30 мин, 90 мин. Часть животных экранировалась от источника ЭМИ КВЧ слоем шунгита толщиной 5 см.

Действие излучения определяли по факторам регуляции агрегатного состояния крови. При анализе показателей системы регуляции агрегатного состояния крови у животных, экранированных шунгитом, было установлено, что оцениваемые показатели агрегатного состояния крови характеризовались менее выраженной активностью [4].

Исследовалось влияние ЭМП КВЧ на репродукцию мышей линии C57/B16. При однократной экспозиции составляла 6 часов, с рабочей частотой 37 ГГц. Наблюдалось уменьшение количества рождающихся особей, что объясняется увеличением числа гомозиготных и уменьшением числа гетерозиготных особей под воздействием ЭМИ КВЧ [8]. Исследовалось воздействие ЭМП с частотами 460, 550, 900 МГц на генетику крыс и мышей. Полученные данные свидетельствуют, что ЭМП является мощным физическим раздражителем, который вызывает статически достоверный рост частоты хромосомных aberrаций, особенно при увеличении времени воздействия. Изучая изменения кровеносной системы под воздействием ЭМП, исследовали соотношение белков в сыворотке крыс. В опытах на крысах Вистар изучено влияние низкоинтенсивного импульсно-модулированного ЭМИ на когнитивные функции мозга в зависимости от числа одновременно действующих источников излучения в диапазоне несущих частот от 0,475 до 6,0 ГГц при суммарном импульсе 300 мкВт/см². Показан транзиторный негативный эффект широкополосного ЭМИ на процесс выработки условного рефлекса по интегральным показателям и по динамике обучаемости. При многократном воздействии СВЧ поля (2375 МГц) приводит к увеличению внутривидовой агрессии крыс. Агрессивное поведение может быть следствием как структурных, так и биохимических изменений в подборке, так и ослабления регулирующего влияния со стороны коры больших полушарий.

Проведен экспериментальный и теоретический анализ механизмов биологического действия низкоинтенсивного (1-150 мкВт/см²) ЭМИ КВЧ. Ответ клеток иммунной системы - нейтрофилов мыши - на действие ЭМИ КВЧ имеет резонансно подобный характер зависимости как от несущей, так и от моделирующей частот излучения. Впервые показано зависимость эффектов ЭМИ КВЧ от постоянного магнитного поля с величиной магнитной индукции, сравнимой с величиной магнитной индукции геомагнитного поля.

В работе рассмотрен вопрос о связи между эффективностью взаимодействия иммунной клетки с ЭМИ КВЧ и функциональным статусом клетки. Показано, что интактные клетки были нечувствительны к действию ЭМИ КВЧ, при изменении функционального статуса клеток обработкой кальциевым ионофором ЭМИ существенно ингибировало ответ на последующую активацию ФМА, эффекты наблюдались только при (Ca^{2+}) более 200 нМ, эффект был значимым только при высокой активности фосфолипазы А2 и полностью отсутствовал при низкой активности фермента, праймирование клеток значительно меняло их ответ на ЭМИ КВЧ, блокирование и активация ферментов, регулирующих респираторный взрыв, изменяли эффект ЭМИ на праймированные клетки. Полученные результаты показывают, что взаимодействие ЭМИ КВЧ с клеткой происходит на уровне активированного фермента. ЭМИ КВЧ может усиливать или ослаблять ответ на активирующий агент в зависимости от функционального статуса клетки. Клетки мышей линии NMRI облучали в дальней зоне желобкового излучателя в течение 20 мин в присутствии А23187 (7.5 мкМ), после прекращения облучения клетки активировали ФМА (1 мкМ). Показано, что непрерывное ЭМИ КВЧ (50 мкВт/см²) резонансным образом ингибировало синергическую реакцию с максимальным эффектом около 25% при несущей частоте 41.95 ГГц. При действии амплитудно-модулированного излучения синергическая реакция активировалась при частоте модуляции 1 Гц и ингибировалась при частотах модуляции 0.1, 16 и 50 Гц.

При фиксированной частоте модуляции 1 Гц была обнаружена нелинейная зависимость эффекта от несущей частоты излучения: в области частот 41,95-42,05 ГГц наблюдалась активация синергической реакции, а при частотах 41,8-41,9 ГГц было обнаружено ингибирование. Различные величина и направление эффекта в зависимости от комбинации, несущей и модулирующей частот излучения показывают на возможность дистанционного управления функциями клеток иммунной системы низкоинтенсивным амплитудно-модулированным ЭМИ КВЧ, на уровне связанных систем ферментативных реакций.

Результаты исследования.

Работа выполнена на перитонеальных нейтрофилах мышей линии NMRI. Нейтрофилы облучали в дальней зоне желобкового излучателя в течение 20 минут в условиях ПМП, созданного с помощью катушек Гельмгольца. Действие ЭМИ КВЧ (41,85-42,05 ГГц, 50 мкВт/см²) на нейтрофилы при величине магнитной индукции ПМП около 50 мкТл (близкой к величине геомагнитного поля), вызывало резонансное ингибирование синергической реакции с максимальным уменьшением продукции АФК на 25% от контроля при частоте 41,95 ГГц. При действии ЭМИ КВЧ в том же частотном диапазоне, но при величине магнитной индукции ПМП около 100 мкТл, была обнаружена

резонансная активация синергической реакции с максимальным увеличением продукции АФК на 25% от контроля при частоте излучения 42,0 ГГц. Полученные результаты свидетельствуют о том, что мишени действия как ЭМИ КВЧ, так и ПМП на нейтрофилы могут совпадать. Действие непрерывного ЭМИ КВЧ (41.85-42.1 ГГц, 50 мкВт/см²) на нейтрофилы при величине магнитной индукции ПМП около 50 мкТл (фоновая величина геомагнитного поля в наших лабораторных условиях), вызывало резонансное ингибирование синергической реакции с максимальным уменьшением продукции АФК на 25% от контроля при частоте 41.95 ГГц. При действии ЭМИ КВЧ в том же частотном диапазоне, но при величине магнитной индукции ПМП около 100 мкТл, была обнаружена резонансная активация синергической реакции с максимальным увеличением продукции АФК на 25% от контроля при частоте излучения 42.0 ГГц.

Полученные данные показывают, что двукратное увеличение величины магнитной индукции ПМП, по сравнению с фоновой, способно изменять метаболический статус нейтрофилов таким образом, что меняется направление эффекта ЭМИ КВЧ и происходит сдвиг эффективной резонансной частоты. На основании наших результатов можно предположить, что мишени действия как ЭМИ КВЧ, так и ПМП на клетки иммунной системы (нейтрофилы) совпадают.

Получено: действие ЭМИ КВЧ

- не изменяло ответ интактных клеток на рецепторный и нерецепторные стимулы;
- ингибировало ответ на ФМА при предварительной активации клеток кальциевым ионофором;
- потенцировало ответ на активацию праймированных клеток;
- чувствительность клеток к ЭМИ зависела от (Ca^{2+});
- ингибирующий эффект ЭМИ на активированные клетки был значимым только в случае высокой активности фосфолипазы А₂.

ЭМИ КВЧ может усиливать или ослаблять ответ на активирующий агент в зависимости от функционального статуса клетки, взаимодействие ЭМИ КВЧ с клеткой происходит на уровне активированного фермента. Показано, что увеличение уровня (Ca^{2+}) при действии модулирующего сигнала имеет как частотную зависимость, так и фазовую по отношению к моменту химической стимуляции. Фазово-частотная зависимость эффекта наблюдается при определенной последовательности действия на клетку химического стимула и модулирующего сигнала. Увеличение интенсивности шума приводит к смещению средней частоты полосы увеличения уровня

(Ca²⁺i), а затем к появлению множества полос с большей добротностью. Анализ динамики нелинейной системы с позиций теории устойчивости показал, что в результате последовательных бифуркаций при увеличении интенсивности химического стимула происходит переход системы от регулярного движения к хаотическому, а затем к вынужденным колебаниям, индуцированным модулирующим гармоническим сигналом.

Воздействие высокочастотного ЭМП частотой 27 ГГц на 4 поколения дрозофилы. Результаты показали, что высокая смертность наблюдалась в первом поколении. Выявлена закономерность, связанная с увеличением числа морфозов в каждом последующем поколении, что обусловлено снижением резистентности насекомых в ряду поколений, полученных от облученных мух.

В статье изучено влияние ЭМИ длиной волны от 1 до 10 мм в комплексном лечении больных нестабильной стенокардией в различные периоды солнечной активности. Электромагнитное излучение миллиметрового диапазона повышает эффект медикаментозной терапии в период высокой и низкой солнечной активности. Использование ЭМИ позволяет улучшать реологические показатели крови [11]. Описанное изобретение предназначено для определения индивидуальной чувствительности больного сердечно-сосудистыми заболеваниями к низкоинтенсивному ЭМИ миллиметрового диапазона. Сущность способа: определяют уровень калия в слюне больного до и после первого воздействия на биологически активные точки общего системного действия ЭМИ в диапазоне длин волн 3,8-5,6 мм. При уменьшении уровня калия более чем на 1,3 раза прогнозируют эффективность терапии, а при уменьшении менее чем на 1,3 раза прогнозируют дальнейшую неэффективность.

Рассмотрено влияние на водителя ЭМП искусственного и естественного происхождения при одновременном воздействии, а также основные источники излучений. Проанализировано влияние воздействия ЭМП на примере автомобильной дороги «Кавказ». Предложены способы защиты водителя от ЭМП искусственного и естественного происхождения. Проведен анализ причин дорожно-транспортных происшествий, происходящих под влиянием внешних факторов. Рассмотрены магнитные поля, их классификация и влияние на водителя. Проанализировано влияние геопатогенных зон на примере дорог Краснодарского края. Рассмотрено влияние ЭМИ на здоровье человека. Проведен анализ влияния на человека ЭМП, источником которого является автомобиль, оснащенный двигателем внутреннего сгорания, электромобиль, гибридный автомобиль. Проведен мониторинг ЭМИ транспортных средств. Установлено, что при движении транспортных средств в потоке возможно явление резонанса ЭМИ в диапазонах частот (48...53), (76...82), (186...192), (220...225) МГц, что приводит к увеличению среднего уровня излучения.

Обсуждаются проблемы медико-экологических последствий научно-технического прогресса в области использования ЭМИ по трем направлениям: техногенный пресс ЭМИ, электромагнитный фактор в этиологии болезней, обеспечение электромагнитной безопасности человека. Изучены изменения показателей variability сердечного ритма у студентов волонтеров при 10-кратном воздействии низкоинтенсивного ЭМП миллиметрового диапазона. Показано, что применение низкоинтенсивного ЭМИ КВЧ (7,1 мм, 0,1 МВт/см²) у испытуемых в оздоровительных целях приводит к достоверному изменению показателей variability сердечного ритма. Зарегистрирован выраженный эффект последствия. Клинические исследования патологий у лиц, подвергающихся воздействию ЭМП, выявили преобладание неврологической патологии с наибольшей частотой функциональных нарушений, в виде синдрома вегетативно-сосудистой дистонии. Терапевтическая патология у этих больных была представлена гипертонической болезнью, ишемической болезнью сердца, хроническим бронхитом, язвенной болезнью желудка.

На основе идей и методов термодинамики, необратимых процессов построена последовательная феноменологическая теория, описывающая физико-химические процессы в многокомпонентных средах при высокочастотном воздействии. Получены выражения для теплового, диффузионных потоков и скоростей химических реакций. Показано, что данные выражения содержат члены, обусловленные высокочастотным электромагнитным воздействием.

Описана математическая модель информационного взаимодействия объектов живой природы с электромагнитными излучениями, которая указывает на возможность её использования для синтеза управляющих сигналов для ослабления с помощью специализированных ЭМИ воздействия антропогенного фактора на объекты живой природы.

Измерение ЭМП

В статье рассмотрены принципы контроля электромагнитной обстановки на объектах с источниками ЭМИ. Представлен перспективный способ интегрированного контроля ЭМИ для формирования карты допустимого времени пребывания людей в разных зонах исследуемых помещений с целью обоснования организационно-технических мероприятий для обеспечения безопасности. Приведены основные технические характеристики новых и современных образцов научных приборов, предназначенных для обнаружения ЭМП, вредных искусственных магнитных полей и излучений в условиях городской среды обитания человека и для проведения исследований в гипомагнитных помещениях.

Представлена математическая модель электромагнитной обстановки внутри ограниченного пространства, разработана на основе метода мнимых источников и позволяющая рассчитывать

пространственное распределение мощности ЭМИ. Показано, что за счет интерференции волн существуют области пространства с повышенным уровнями мощности ЭМИ, место расположения которых зависит, в основном от рабочей частоты параметров антенны, конфигурации помещения и отражательных свойств поверхностей. Описана методика расчета ЭМП в закрытом помещении с учетом влияния на структуру поля поверхностей раздела с реальными электрофизическими параметрами, основанная на решении задачи рассеяния ЭМП произвольно ориентированного ЭЭИ плоским, идеально проводящим экраном прямоугольной формы и импедансной поверхностью ограниченных размеров. Предложена электродинамическая модель линейных и локальных источников квазистационарного поля для целей анализа электромагнитной обстановки в помещениях.

При разработке мер по нормализации электромагнитной обстановки следует учитывать не только расположение зон с повышенным уровнем ЭМИ, но и расстояния от рабочих мест людей до этих зон. Предложенная методика позволяет получать более наглядные картины опасности ЭМИ применительно к рабочим местам людей .

Защита от ЕМП и ЭМИ

Разрабатывается возможность защиты организма от электромагнитного поля посредством влияния на свободную воду в нем. Изучая воздействие на воду специальной компьютерной программой, она меняет свою структуру и

удерживает такое состояние длительное время, этим и обеспечивается защита организма от негативного воздействия ЭМИ и ЭМП [2]. Рассмотрены этапы при осуществлении мероприятий по ослаблению побочных ЭМИ и наводок от средств вычислительной техники, предложена конструкция защитного контура. Конструкция защитного контура должна иметь многослойную структуру, каждый слой выполняет определенную задачу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ямшанов В.А., Кошелевский В.К. Влияние изменения геомагнитного поля на циркадианную активность эпифиза// Успехи геронтологии: Т21, №3, 2008. - С.382-385
2. Косов А.А., Баранов А.А., Ярославцев И.А. Роль электромагнитных полей и излучений в системе обеспечения безопасности человека//Академический вестник уралниипроект РААСН, №1, 2010. - С.84-90.
3. Монич В.А., Малиновская С.Л., Махрова Т.В., Малиновский Д.С. Особенности воздействия низкоинтенсивных ЭМИ различных диапазонов на микроорганизмы// Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского, №2, 2010, с.435-438
4. Субботина Т.И., Хасая Д.А. Модулирующее воздействие электромагнитных полей на систему регуляции агрегатного состояния крови у крыс линии Х^аГ/Биотехносфера №2, 2009. - с. 37-40
5. Рахманов Р.С., Гаджибрагимов Д.А., Гладилин А.В., Бахмудов Г.Г. Априорная и апостериорная оценка профессионального риска при работе с ЭМИ различной частоты//Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, №4(74), 2010. Стр. 47- 50.
6. Гладилин А.В., Рахманов Р.С. Оценка влияния климато-погодных факторов на здоровье работающих с ЭМИ// Медицинский альманах №5(18), 2011. стр. 270-271.
7. Субботина Т.И., Яшин М.А., Яшин А.А. Повреждающее воздействие на организм ЭМИ с длиной волны 30см//Вестник новых медицинских технологий. Т.8, №1 С. 149-151
8. Субботина Т.И., Терешкина О.В., Яшин А.А. Экспериментальное исследование воздействия на репродуктивную функцию мышей высокочастотного не теплового ЭМИ// Вестник новых медицинских технологий Т8., №1, С. 154-155.
9. Горшунова Н.К., Тарасов А.Н. Влияние ЭМИ и ЭМИ мобильных телефонов на процессы старения и вегетативную нервную систему//Фундаментальные исследования №7. 2005. - с. 84-85.
10. Сошников А.А., Воробьев Н.П., Титов Е.В. Контроль электромагнитной обстановки на объектах с источниками ЭМИ//Ползуновский вестник №4, 2012. - стр. 64-67.
11. Головачева Т.В., Долгова Е.М., Паршина С.С., Токаева Л.К. ЭМИ миллиметрового диапазона при лечении больных с нестабильной стенокардией